

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ В НАЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ РОСЛИН

О. Ковтун, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0009-0002-9993-9837

І. Тригуба, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0002-5239-5951

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/agronomy2024.28.160>

Ковтун О., Тригуба І. Перспективи застосування біологічного методу в національних системах захисту рослин

Висвітлено проблематику й пріоритетні завдання спільної сільськогосподарської політики Європейського Союзу щодо необхідності відновлення біорізноманіття, гарантування екологічнішого та кліматоорієнтованого сільського господарства й перспективи переходу від застосування хімічних засобів захисту рослин проти шкідників і хвороб до біологічних методів захисту. Наведено приклад класифікації методів біологічного контролю, запропонованого Комісією з генетичних ресурсів для продовольства та сільського господарства, а також проаналізовано бібліографічні наукові джерела щодо переваг використання кожного методу в Україні та у світі. На основі проаналізованих даних українських та іноземних джерел щодо успішно проведених досліджень із вивчення ефективності використання біологічних засобів захисту рослин проти шкідників і хвороб в Україні і світі вивчено тенденцію використання біологічних засобів захисту рослин у сільському господарстві в умовах національного виробництва. Досліджено зміни площ сільськогосподарських угідь, окремо за областями, та загалом в Україні, на яких були застосовані біологічні засоби захисту рослин за досліджуваній період, з 2018 по 2022 роки. Результати досліджень вказують на те, що в різних регіонах України спостерігаються різні тенденції в підході до використання біологічного контролю в системах захисту рослин. Зокрема найнижча тенденція спостерігається в областях західного регіону, таких як Львівська, Івано-Франківська, Волинська, Закарпатська, Тернопільська, Чернівецька. Водночас у таких областях як Черкаська, Кіровоградська, Вінницька, Херсонська, спостерігалася позитивна тенденція у зміні площ, на яких використовували біологічні засоби в системах захисту рослин проти шкідників і хвороб.

Ключові слова: спільна сільськогосподарська політика, захист рослин, біологічні методи, біостимулятори, шкідники, хвороби.

Kovtun O., Tryhuba I. Prospects for the use of the biological method in national plant protection systems

The article discusses the challenges and top priorities of the European Union's common agricultural policy. The focus is on the need to restore biodiversity, promote more ecological and climate-friendly agriculture, and transition from using chemical plant protection methods to biological ones. It is therefore an important objective of the EU to provide farmers with the necessary tools to facilitate such a transition. The task is planned to be solved by promoting the placing on the market of biological plant protection products for farmers, including those who grow organic crops, to create more affordable alternatives for sustainable plant protection. The article also presents a classification of biological control methods proposed by the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture and analyzes scientific sources on the benefits of using each method in Ukraine and globally. Based on the analyzed data from Ukrainian and foreign sources regarding successfully conducted studies on the effectiveness of the use of biological plant protection agents against pests and diseases in Ukraine and the world, the purpose of our study was to analyze the trend of the use of biological plant protection agents in agriculture in the conditions of national production. Changes in the area of agricultural land, separately by regions, and generally across Ukraine, where biological plant protection agents were applied during the research period from 2018 to 2022 were studied. The research results indicate that different trends in the approach to the use of biological control in plant protection systems are observed in different regions of Ukraine. In particular, the lowest trend is observed in the areas of the western regions, such as Lviv, Ivano-Frankivsk, Volyn, Transcarpathian, Ternopil, and Chernivtsi. At the same time, in such regions as Cherkasy, Kirovohrad, Vinnytsia, Kherson, a positive trend was observed in the change of areas where biological agents were used in plant protection systems.

Keywords: common agricultural policy, plant protection, biological methods, biostimulants, pests, diseases.

Постановка проблеми. Одним із пріоритетних завдань Комісії Європейського Союзу, запланованого на найближчі п'ять років, є «досягнення безпечного, стійкого, кліматично відповідального виробництва продуктів харчування, дотримання принципів сталого розвитку, збереження біорізноманіття та екосистем» [5]. Численні громадські екологічні організації динамізують європейське суспільство, щоб те виступало на захист та відновлення біорізноманіття, ландшафтів і океанів, за усунення забруднення, а також за сприяння та гарантування екологічнішого та кліматоорієнтованого сільського господарства. Для цього передбачено узгодження з іншими організаціями Європейського Союзу, такими як спільна сільськогосподарська політика (CAP), політика щодо навколишнього середовища та хімікатів, політика щодо гігієни та безпеки праці й ініціатива щодо сталої продовольчої системи ЄС.

Метою спільної сільськогосподарської політики ЄС є забезпечення фермерів необхідними інструментами для переходу від застосування хімічних засобів захисту рослин до біологічних методів захисту. Згідно з директивою [10], завдання треба вирішувати розміщенням на ринку біологічних засобів захисту рослин для фермерів, включно з тими, хто вирощує органічні культури, аби створи-

рити більше доступних альтернатив для сталого захисту рослин. Однією з важливих для сільського господарства екологічних політик Європейського Союзу є ініціатива щодо запилювачів, спрямована на вирішення проблеми зменшення їх кількості у ЄС [7; 10]. Сьогодні різноманітність комах скорочується з надзвичайною швидкістю, незважаючи на їхню надзвичайну важливість для наземних екосистем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з класифікацією, запропонованою Комісією з генетичних ресурсів для продовольства та сільського господарства (ФАО) [7; 13], біологічний контроль можна класифікувати за такими категоріями (рис. 1), залежно від того, звідки походить агент біологічного контролю і як його використовують у системі захисту рослин.

Дослідження різних авторів вказують на активне використання методів біологічного контролю в усьому світі, серед яких класичний метод отримав найширше застосування, але використання підсилювального і консерваційного методів також зростає [1; 7; 14; 15]. Агенти біологічного контролю, або, ентомофаги, застосовують для захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів сільськогосподарських культур.

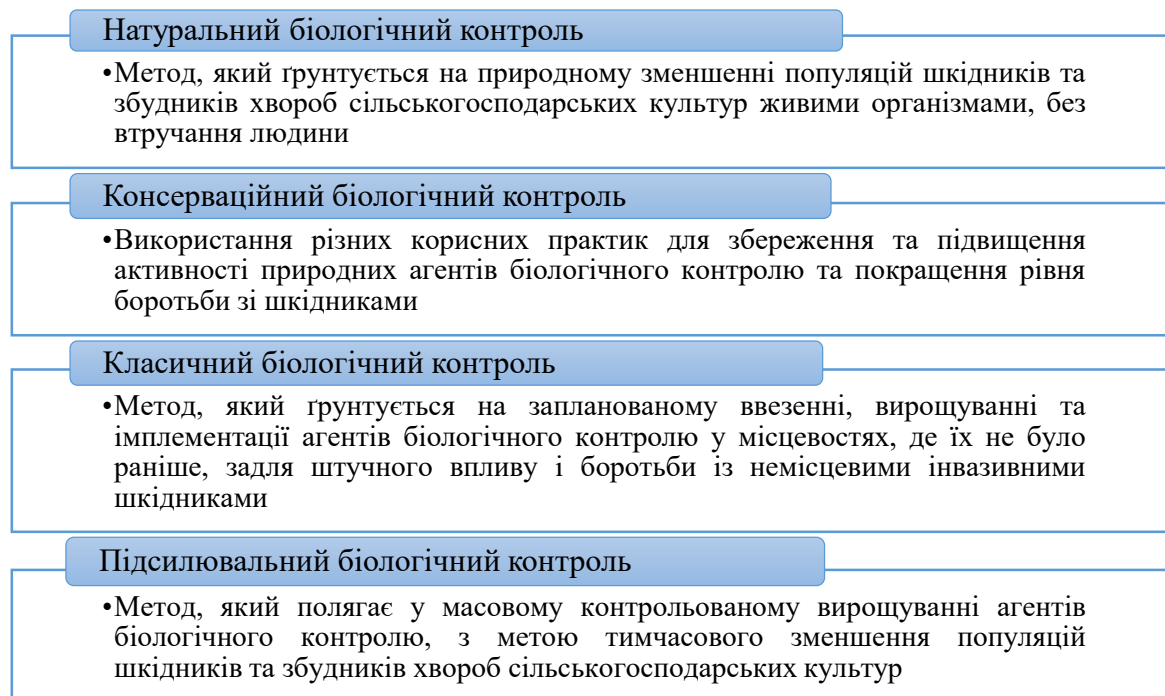


Рис. 1. Типи біологічного контролю

Джерело: Підготовлено авторами на основі [7]

Метод біологічного контролю, хоча і вважається найпоширенішим у рослинництві та лісівництві, застосовують також у тваринництві, рибальстві, аквакультури та в інших галузях виробництва [5; 16; 17], які мають важливе значення для харчової промисловості, а, отже, і для безпеки харчування та добробуту людини.

Позитивні результати в застосуванні агентів біологічного контролю отримані за дослідження впливу грибів для захисту від різних видів рослинно-паразитарних нематод на коренеплодах картоплі, таких як: *Purpureocillium lilacinum* проти *Meloidogyne incognita* та *Gloiodera pallida* [1] та *Trichoderma spp.* проти *Alternaria solani* Sor. [14]. Успішно проведені дослідження з вивчення ефективності використання біофунгіцидів та сумішей з мікроелементами проти основних збудників ґрунтово-бульбових інфекцій, таких як фомоз і фузаріоз [3].

В інших дослідженнях агенти біологічного контролю, які містять *Bacillus subtilis*, при 109 бактеріальних клітин/мл; *Paecilomyces lilacinus*, при 108 одиниць/см³; *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma album*, *Glomus fasciculatum* і *Gigaspora sp.* і *B. subtilis*, 25 мільйонів бактеріальних клітин/г використовували для захисту від кореневої гнилі картоплі, спричиненої *Fusarium solani* та *Rhizoctonia solani*, і нематодою, спричиненою *Meloidogyne arenaria*, порівняно з хімічним нематоцидом, який містить активний інгредієнт – фенаміфос (3 – метил – 4 – (метилтіо) феніл (1 – метилетил) фосфорамідат) [2].

У дослідженні з протигрибним метаболітом *Bacillus velezensis* NKG-2, бактерії, виділеної з гір Цзянь у китайській провінції Цінхай, виявлено, що, ця бактерія виявляє антагоністичну активність проти основних грибних патогенів рослин, а саме *Fusarium oxysporum*, *Fusarium graminearum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Fulvia fulva* та *Ustilaginoidea virens* [15]. Застосування *Bacillus velezensis* NKG – 2 зменшило ступінь розвитку хвороби, спричиненої *Fusarium oxysporum* на культурі томатів як в умовах *in vitro*, так і *in vivo*. Результати цього дослідження вказують ще й на те, що цей біоагент, крім протигрибної дії, виявився також добрим стимулятором росту рослин, що, безумовно, важливо для покращання резистентності продуктивних характеристик рослин [15].

Як засвідчують дослідження українських та іноземних авторів [3; 4; 11; 12; 15], поряд з агентами біологічного контролю, мікробні біостимулятори росту рослин привертають дедалі більшу увагу як альтернативні синтетичним препаратам у

рослинництві. Біостимуляторами вважаються мікробні препарати, створені на основі живих клітин або продуктів їхнього бродіння як діючої речовини. Їхня функція полягає у стимулюванні процесів живлення рослин, незалежно від вмісту поживних речовин у продукті, з метою покращання однієї або декількох із перелічених характеристик рослин або ризосфери рослин: толерантність до абіотичного стресу; якісні ознаки; інгібування патогенів; наявність поживних речовин у ґрунті чи ризосфері.

Отже, біостимулятори здатні посилити природний захист рослин проти шкідників і хвороб. Основними групами біостимуляторів росту вважаються: а) рістстимулюючі ризобактерії; б) арбускулярні мікоризні гриби [7; 11; 12; 15].

Так, у дослідженнях [11], при застосуванні суспензій клітин рістстимулюючих бактерій *Bacillus subtilis*, виявлено зменшення популяції патогенних бактерій та збільшення популяції *Azospirillum brasilense*, що запобігало розвитку бактеріальної плямистості *P. syringae* pv. і сприяло поліпшенню росту рослин. В інших дослідженнях використання *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* або *Azotobacter chroococcum* зумовило підвищення стійкості культури томатів до збудника бактеріального раку (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) на 42–50 % [12]. За даними авторів, використання рістстимулюючих ризобактерій сприяло в інфікованих *C. michiganensis* рослин томатів: 1) накопиченню хлорофілу а і b і каротиноїдів; 2) кращій активності ферменту пероксидази; 3) відкладенню біополімерів із захисними властивостями в клітинах епідермісу; 4) потовщенню верхнього й нижнього епідермісу листків; 5) покращанню процесу фотосинтезу.

У дослідженнях, проведених Бородай та іншими [6], вивчали ефективність використання ендодітних мікроорганізмів *Solanum Lycopersicum L.*, виділених із генеративних органів рослин *Solanum Nigrum L.* Виявлено позитивний ефект щодо енергії проростання насіння, стимулювання їх проросту, а також підвищення стійкості рослин томатів до фітопатогенних грибів за інокуляції ендодітними мікроорганізмами в модельних лабораторних дослідах.

Постановка завдання. Оскільки в Україні успішно проводяться дослідження з вивчення ефективності використання біологічних засобів захисту рослин, наше завдання – проаналізувати тенденцію використання біологічних засобів захисту рослин у сільському господарстві в умовах вирощу-

цтва продуктів рослинництва. Дослідження проводили згідно зі статистичними даними Державної служби статистики України [9]. Для аналізу використали статистичні дані загальних таблиць: «Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур» за кожний окремий рік від 2018 до 2022 року. Зокрема дані про площі, на яких застосовували біологічні засоби захисту рослин, взяли з таблиць: «Вапнування і гіпсування ґрунтів, площа, на якій були застосовані біологічні засоби захисту рослин», у кожному році за досліджуваний період. Враховували дані обласними центрами України, в яких спостерігали деяку пози-

тивну тенденцію у зміні площ, на яких використали біологічні засоби захисту рослин. Досліджено зміни площ сільськогосподарських угідь, на яких були застосовані біологічні засоби захисту рослин за досліджуваний період, з 2018 по 2022 роки.

Виклад основного матеріалу. Результати досліджень вказують на загальну позитивну тенденцію у зміні площ, на яких застосовували біологічні засоби захисту рослин (табл.), але, згідно з даними таблиці є регіони, де взагалі не використовують біологічні засоби захисту, або такі дані не оприлюднювали.

Таблиця

Площа, на якій застосовували біологічні засоби захисту рослин, га

Область	2018	2019	2020	2021	2022
Україна	153866	212333	572945	419448	263996
Вінницька	9456	43287	59466	72690	21490
Волинська	1099	к	2749	–	к
Дніпропетровська	к	1525	к	–	6518
Донецька	2805	к	10816	12992	5421
Житомирська	551	к	33321	к	к
Закарпатська	1451	1596	к	к	к
Запорізька	к	к	7052	2035	–
Івано-Франківська	к	к	–	–	–
Київська	727	3250	55684	к	27148
Кіровоградська	17115	21853	21209	19287	13229
Луганська	1451	к	–	к	–
Львівська	456	к	к	–	–
Миколаївська	к	к	2350	24059	–
Одеська	3637	2174	5321	3180	3989
Полтавська	8791	4260	32035	36691	48053
Рівненська	к	к	2146	23896	20239
Сумська	1119	к	73520	1432	к
Тернопільська	276	к	к	к	к
Харківська	238	–	14913	к	16955
Херсонська	20105	11462	19897	31617	–
Хмельницька	5687	3450	74731	72878	14583
Черкаська	72933	111407	145043	103476	74782
Чернівецька	4962	5154	5674	1564	2826
Чернігівська	к	к	к	8201	к

Джерело: Державна служба статистики України [9]

Згідно з даними Державної служби статистики України, символ (к) означає, що дані по області не оприлюднювали з метою забезпечення виконання вимог Закону України «Про державну статистику» щодо конфіденційності статистичної інформації [9]. Повномасштабна російська агресія проти України 2022 року негативно позначилася на позитивному прирості, тож 2022 року різко зменшилися площі сільськогосподарських угідь, на яких застосовували біологічні методи захисту рос-

лин, особливо в тих областях, де спостерігали постійну позитивну тенденцію до збільшення. Тому для аналізу використали статистичні дані за 2021 рік (рис. 2).

Згідно з даними за 2018 рік, найбільший відсоток сільськогосподарських угідь, на яких застосовували біологічні засоби захисту рослин, припав на Черкаську (47,4 %), Херсонську (13,1 %) і Кіровоградську (11,1 %) області, тоді як на всі області разом – 28,4 % площі. Динаміка зміни площ 2019 року виявилася позитивною в Черкаській області і

становила 52,5 % від загальної площі сільськогосподарських угідь по всій території України. Позитивну динаміку спостерігали також у Вінницькій області. І 2019 року площі, на яких використовували біологічні засоби захисту рослин, становили 20,4 % від загальної площі сільськогосподарських угідь. Загалом у чотирьох областях: Черкаська

(52,5 %), Вінницька (20,4 %), Кіровоградська (10,3 %) і Херсонська (5,4 %), площі, на яких застосовували біологічні засоби захисту, становили 88,6 %, тоді як на всі інші області припадало лише 11,4 % сільськогосподарських угідь.

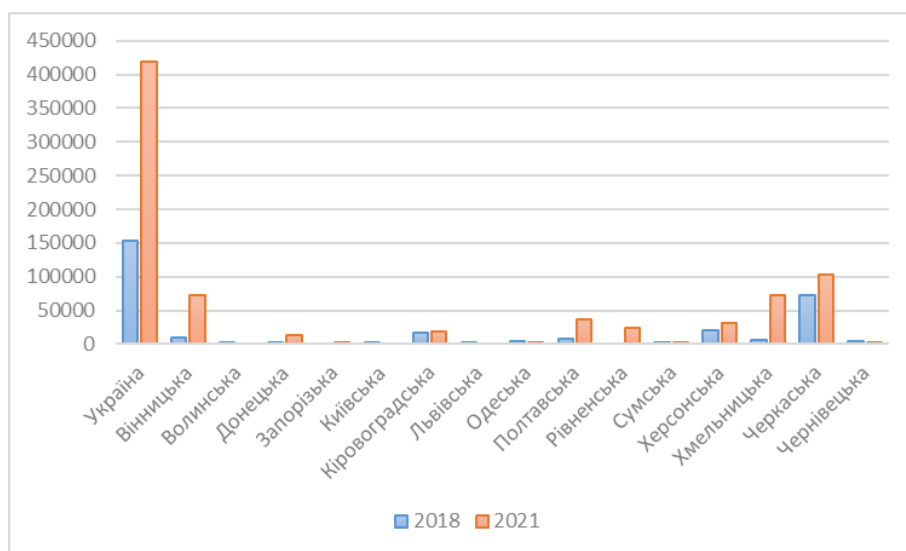


Рис. 2. Тенденція зміни площ сільськогосподарських угідь, на яких застосовували біологічні засоби захисту рослин, га

Джерело: Державна служба статистики України [9]

Упродовж 2020 і 2021 років спостерігали таку саму позитивну тенденцію до збільшення площ у більшості областей України, зокрема в Черкаській, Хмельницькій, Сумській, Вінницькій і Київській, де загалом 71,2 % становили площі, на яких використовували біологічні засоби захисту рослин. Варто зауважити, що 2021 року позитивна тенденція до збільшення площ, на яких надалі використовували біологічні засоби захисту рослин, збереглася тільки у двох областях Вінницькій і Хмельницькій, тоді як у Черкаській спостерігали значне зменшення площ, на яких використовували біологічні методи захисту. Але, попри зменшення площі, в Черкаській області, навіть 2022 року найбільше сільськогосподарських угідь відвели для використання біологічних методів захисту рослин.

Висновки. Згідно з аналізом останніх досліджень і публікацій, дослідженнями різних українських та іноземних авторів, спостерігаємо успішні результати застосування різних методів біологічного захисту проти шкідників і хвороб культури картоплі [1–3; 14], томатів [6; 12], зокрема таких як: класичний, підсилювальний та консерваційний. Про позитивні результати використання біологічних методів захисту рослин від шкідників свідчать

проведені дослідження в лабораторних умовах, у закритому ґрунті і в польових умовах [7; 10]. У різних регіонах України спостерігали різні тенденції в підході до використання біологічного контролю в системах захисту рослин. Зокрема найнижчу тенденцію спостерігали в областях західного регіону, таких як, Львівська, Івано-Франківська, Волинська, Закарпатська, Тернопільська, Чернівецька. Водночас у Черкаській, Кіровоградській, Вінницькій, Херсонській спостерігали позитивну тенденцію у зміні площ, на яких використовували біологічні засоби в системах захисту рослин.

Бібліографічний список

1. Андрійчук Т. О., Скорейко А. М. Застосування біофунгіцидів проти ґрунтово-бульбових інфекцій картоплі. *Захист рослин: наукові здобутки та перспективи досліджень: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (24–25 травня 2022 року)*. Київ: ІЗР НААН, 2022. 248 с.
2. Бородай В. В. та ін. Ефективність ендofітних організмів в технології вирощування томатів в умовах закритого ґрунту. *Захист рослин: наукові здобутки та перспективи досліджень: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (24–25 травня 2022 року)*. Київ: ІЗР НААН, 2022. 248 с.

3. Марков І. Біологічний захист рослин від хвороб. *Пропозиція*. 2014. № 6. С. 82–87.
4. Державна служба статистики України. Економічна статистика / Економічна діяльність / Сільське, лісове та рибне господарство. 2022. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 22.04.2024).
5. Ковтун О. В. Біологічний контроль у системах захисту рослин як перспектива сталого розвитку сільського господарства. *Перспективи розвитку науки, освіти, технологій і суспільства в Україні та світі: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції*, 7 березня 2024 р. Полтава: ЦФЕНД, 2024. Ч. 2. С. 43–46. URL: <https://www.economics.in.ua/2024/03/07-02.html> (дата звернення: 21.04.2024).
6. Abd-Elgawad M. M. M. Biological control agents in the integrated nematode management of potato in Egypt. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 2020. No°30 (121). URL: <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00325-x>.
7. Abd-El-Khair H., El-Nagdi W. M. A. Field application of bio-control agents for controlling fungal root rot and root-knot nematode in potato. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 2014. No°47 (10). URL: <https://doi.org/10.1080/03235408.2013.837632>.
8. Association of American Plant Food Control Officials (AAPFCO). Uniform Beneficial Substances Bill. Winter Annual Conference, on February 19th. 2024. URL: https://www.aapfco.org/past_meetings.html (дата звернення: 21.04.2024).
9. Banerjee G., Ray K. A. The advancement of probiotics research and its application in fish farming industries. *Research in Veterinary Science*. 2017. P. 66–77. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S034528817300711> (дата звернення: 21.04.2024).
10. Buitenhuis R., Cock M. J. W., Colmenarez Y. C., De Clercq P. et al. Sustainable use and conservation of microbial and invertebrate biological control agents and microbial biostimulants. Background Study Paper N° 71. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, FAO. 2023. URL: <https://doi.org/10.4060/cb3571en>.
11. European Commission. Proposal for a regulation of the European Parliament and of the council on the sustainable use of plant protection products and amending Regulation (EU) 2021/2115. *Brussels*. 2022. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0305> (дата звернення: 22.04.2024).
12. Kolomiets Y., Butsenko L., Yemets A., Blume Y. Use of PGPB-based Bioformulations to Control Bacterial Diseases of Vegetable Crops in Ukraine. *The open agriculture journal*. 2024. No 18. URL: <https://openagriculturejournal.com/VOLUME/18/ELOCATOR/e18743315283724/FULLTEXT/> (дата звернення: 22.04.2024).
13. Kolomiets Y., Grygoryuk I., Likhanov A., Butsenko L., Blume Y. Induction of Bacterial Canker Resistance in Tomato Plants Using Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *The open agriculture journal*. 2019. No 13. P. 215–222. URL: <https://openagriculturejournal.com/VOLUME/13/PAGE/215/FULLTEXT/> (дата звернення: 22.04.2024).
14. Metz N., Hausladen H. Trichoderma spp. As potential biological control agent against *Alternaria solani* in potato. *Biological control*. 2022. No 166. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104820>.
15. Myo E.M., Liu B., Ma J., Shi L., Jiang M., Zhang K., Ge B. Evaluation of *Bacillus velezensis* NKG-2 for bio-control activities against fungal diseases and potential plant growth promotion. *Biological control*. 2019. No 134. P. 23–31. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.03.017>.
16. Saunders G., Cooke B., McColl K., Shine R., Peacock T. Modern approaches for the biological control of vertebrate pests: An Australian perspective *Biological control*. 2010. No 52 (3). P. 288–295. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964409001753> (дата звернення: 22.04.2024).
17. Xig X., Yu E., Lu M., Xie J. Effects of probiotic supplementation on gut microbiota as well as metabolite profiles within Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*. 2020. No 527. P. 735–428. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004484862030524X> (дата звернення: 22.04.2024).

Стаття надійшла 28.04.2024